

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-62583

(43)公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51)Int.Cl.⁴
F 0 1 P 5/12

識別記号

F I
F 0 1 P 5/12

H
A

F 0 2 B 67/06
F 0 2 F 7/00

F 0 2 B 67/06
F 0 2 F 7/00

F
N

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-213614

(22)出願日 平成9年(1997) 8月7日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 俊田 雄一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 木原 照雄

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

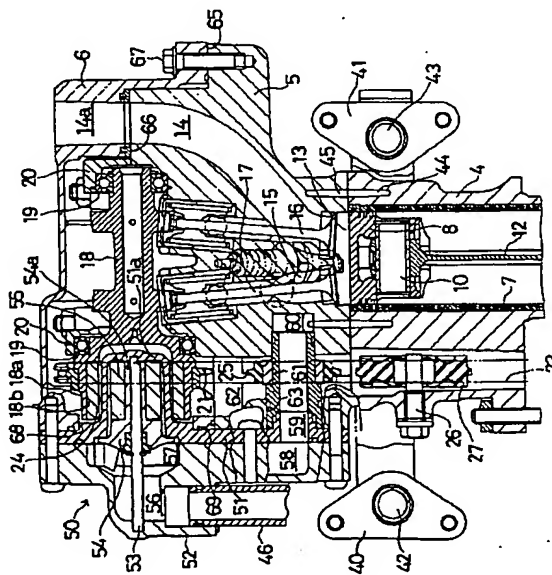
(74)代理人 弁理士 江原 望 (外3名)

(54)【発明の名称】 水冷式内燃機関の冷却装置

(57)【要約】

【課題】 水冷式内燃機関の冷却装置において、冷却水ポンプの取付けと駆動のための部品点数と加工工数の削減、小型軽量化、コストダウンを図る。

【解決手段】 内燃機関の動弁機構を駆動するカム軸18が、シリンダヘッド5の上部に配設され、伝動機構23を介してクランクシャフトにより回転駆動され、冷却水ポンプ50が、シリンダヘッド5に取り付けられるシリンダヘッドカバー6に取り付けられ、カム軸18により回転駆動されている。冷却水ポンプ50の回転軸53とカム軸18との連結部は、伝動機構23が収容された室62に配置されている。冷却水ポンプ50の回転軸53は、マグネットカップリングを介してカム軸18に連結されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の動弁機構を駆動するカム軸が、シリンダヘッドの上部に配設され、伝動機構を介してクランクシャフトにより回転駆動され、冷却水ポンプが、前記シリンダヘッドに取り付けられるシリンダヘッドカバーに取り付けられ、前記カム軸により回転駆動されるようにされたことを特徴とする水冷式内燃機関の冷却装置。

【請求項2】 前記冷却水ポンプの回転軸と前記カム軸との連結部が、前記伝動機構室に配置されたことを特徴とする請求項1記載の水冷式内燃機関の冷却装置。

【請求項3】 前記冷却水ポンプの回転軸が、マグネットカップリングを介して前記カム軸に連結されたことを特徴とする請求項1または請求項2記載の水冷式内燃機関の冷却装置。

【請求項4】 前記マグネットカップリングの隔壁が、樹脂材料により形成され、前記シリンダヘッドカバーとポンプカバーとにより挟み込まれて取り付けられたことを特徴とする請求項3記載の水冷式内燃機関の冷却装置。

【請求項5】 前記シリンダヘッドカバーの前記シリンダヘッドへの取付面が、前記カム軸位置より低くされて、前記カム軸線が、前記シリンダヘッドカバーの側壁を貫通するようにされ、前記シリンダヘッドカバーの前記冷却水ポンプ取付面が、前記カム軸線が前記シリンダヘッドカバーの側壁を貫通する部分の外周側に形成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の水冷式内燃機関の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願の発明は、排気量の比較的小さな水冷式内燃機関、例えば、自動二輪車等の小型車両に搭載される水冷式内燃機関の冷却装置に関し、特に冷却水ポンプの取付構造に工夫を施した水冷式内燃機関の冷却装置に関するものである。

【0002】

【従来技術、解決しようとする課題】従来、頭上カム軸式の内燃機関においては、シリンダヘッドカバーのシリンダヘッドへの取付面（シリンダヘッドカバーの割面）は、カム軸割面と同一面上にある。このため、カム軸延長線がシリンダヘッドカバーの割面と重なるので、該カム軸延長線上に冷却水ポンプを配置して、該冷却水ポンプを該カム軸により回転駆動するようにすることが困難である。

【0003】そこで、従来においては、冷却水ポンプは、シリンダヘッドカバー以外の、例えば、クランクケースやシリンダヘッド等に取り付けて設けられている。このため、冷却水ポンプを回転駆動するための専用の軸が必要とされていた。

【0004】冷却水ポンプが、カム軸延長線上に配置されて、カム軸により回転駆動されるようにしたものも存するが（実公昭64-7204号公報参照）、このものにおいては、カム軸がカムケースとケースカバーとの合わせ面部分を貫通する個所に、これらとは別部材であるカム軸受部材が介装されており、冷却水ポンプは、該カム軸受部材にそのポンプケース軸受筒部分が取り付けられ、主としてカムケースにより支持されるようになっている。

【0005】該カム軸受部材は、共用化が図られているとはいえるが、冷却水ポンプの取付けや支持のためには、必ずしもこのような部材は必要ではない。しかも、このようなカム軸受部材が使用されることにより、該カム軸受部材がカムケースやケースカバーを貫通する部分、該カム軸受部材に冷却水ポンプのケース軸受筒部分が嵌着される部分の2個所に、液封手段が必要とされるなど、部品点数が増大していた。

【0006】

【課題を解決するための手段および効果】本願の発明は、従来技術が有する前記のような問題点を解決した水冷式内燃機関の冷却装置に係り、その請求項1に記載された発明は、内燃機関の動弁機構を駆動するカム軸が、シリンダヘッドの上部に配設され、伝動機構を介してクランクシャフトにより回転駆動され、冷却水ポンプが、前記シリンダヘッドに取り付けられるシリンダヘッドカバーに取り付けられ、前記カム軸により回転駆動されるようにしたことを特徴とする水冷式内燃機関の冷却装置である。

【0007】請求項1に記載された発明は、前記のように構成されており、冷却水ポンプは、カム軸により回転駆動されるので、冷却水ポンプを回転駆動するための専用の軸が不要である。また、冷却水ポンプは、シリンダヘッドカバーに取り付けられるので、これとの間で使用されるシール部材やボルト等通常の密封具、連結具のほかに、特に取付用部品は必要でない。これらにより、冷却水ポンプの取付けと駆動のための部品点数と加工工数を削減することができる。

【0008】また、請求項2記載のように請求項1記載の発明を構成することにより、カム軸や冷却水ポンプをクランクシャフトに連動連結する伝動機構を収容する室（伝動機構室）を有効に利用して、冷却水ポンプの回転軸とカム軸との連結部を配置することができる。

【0009】また、請求項3記載のように請求項1または請求項2記載の発明を構成することにより、冷却水ポンプの回転軸のメカニカルシールが不要になるので、高い水準の水密性が得られる。また、これにより、冷却水ポンプの回転軸が短縮され、構造が単純化されるので、水冷式内燃機関の冷却装置の小型軽量化とコストダウンが可能になる。その他、マグネットカップリング式ポンプを使用することにより奏される効果を奏することがで

きる。

【0010】さらに、請求項4記載のように請求項3記載の発明を構成することにより、隔壁が樹脂材料により形成されるので、水冷式内燃機関の冷却装置の軽量化とコストダウンが可能になるとともに、隔壁は、シリンダヘッドカバーとポンプカバーとにより挟み込まれて取り付けられているので、該隔壁の変形を防止することができる。

【0011】また、請求項5記載のように請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の発明を構成することにより、シリンダヘッドカバーのシリンダヘッドへの取付面（シリンダヘッドカバーの割面）が、カム軸位置より低くなるようにして、カム軸線が、シリンダヘッドカバーの側壁を貫通するにすると、比較的簡単な方法により、シリンダヘッドカバーに、冷却水ポンプの取付面を容易に形成することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、先ず、図1ないし図6に図示される本願の請求項1ないし請求項5記載の発明の一実施形態（実施形態1）について説明する。図1は、本実施形態1における水冷式内燃機関の冷却装置が適用される水冷式内燃機関の概略を示した斜視図であり、頭上カム軸式4ストロークサイクル（通称4サイクル）単気筒の水冷式内燃機関1は、図示されない小型自動二輪車の車体に、その前後車輪の中間に位置して搭載されている。

【0013】そして、水冷式内燃機関1は、左右割のクランクケース2、3と、シリンダブロック4と、シリンダヘッド5と、シリンダヘッドカバー6とからなり、クランクケース2、3の前端に、シリンダブロック4のシリンダ孔7の中心軸線が略水平前方に向くようにして、シリンダブロック4が重ねられ、さらに、シリンダブロック4の前方に、シリンダヘッド5およびシリンダヘッドカバー6が順次重ねられ、これらクランクケース2、3、シリンダブロック4、シリンダヘッド5およびシリンダヘッドカバー6は、相互に一体に結合されている。

【0014】シリンダヘッドカバー6のシリンダヘッド5への取付面（シリンダヘッドカバー6の割面）65は、図3および図4に図示されるように、後述するカムシャフト18の取付け位置に形成されるもう1つの取付面（割面）66の位置より低くされて、該取付面65部に配される周方向に亘り複数本のボルト67により、シリンダヘッドカバー6が、シリンダヘッド5に一体に結合されている。

【0015】このようにして、カムシャフト18の軸線が、シリンダヘッドカバー6の側壁を貫通するようにされ、シリンダヘッドカバー6の図において左方の側壁の該貫通部には、後述する冷却水ポンプ50の取付用孔68が形成されて、該左方の側壁外面69が、該冷却水ポンプ50の取付面とされている。

【0016】また、図3および図4に図示されるように、シリンダ孔7にピストン8が摺動可能に嵌装され、左右のクランクケース2、3に、クランクシャフト9が回転可能に枢支され、該ピストン8とクランクシャフト9とに、ピストンピン10とクランクピン11とを介してコネクティングロッド12の両端が回転可能に枢着されており、ピストン8が往復動すると、クランクシャフト9が回転駆動されるようになっている。

【0017】シリンダヘッド5には、シリンダ孔7の頂部の燃焼室13に連通する吸気ポート14と排気ポート15が、それぞれ形成され、該吸気ポート14および排気ポート15に、それぞれ吸気弁16および排気弁17が、開閉自在に設けられている。

【0018】吸気ポート14は、取付面65によりシリンダヘッドカバー6がシリンダヘッド5に取り付けられる位置より内方側の、シリンダヘッド5に形成されている。そして、取付面66によりシリンダヘッドカバー6がシリンダヘッド5に液密に取り付けられる位置において、シリンダヘッドカバー6に形成された吸気通路14aに連通している。該連通部分は、カムシャフト18の図において右方端側に形成されている。

【0019】吸気弁16および排気弁17の頂端に隣接して、シリンダヘッド5の上部に、カムシャフト（カム軸）18が配置され、該カムシャフト18は、ベアリング19を介しシリンダヘッド5とカムシャフトホルダー20とに挟まれて回転自在に枢支され、該カムシャフト18の左端拡張部18aに、ドリブンスプロケット21が一体に嵌着され、クランクシャフト9と一体のドライブスプロケット22とドリブンスプロケット21とに、無端チェーン（伝動機構）23が架設されており、カムシャフト18は、クランクシャフト9の半分の回転速度で回転駆動され、前記吸気弁16および排気弁17は、クランクシャフト9が2回転する度に、それぞれ1回ずつ開閉駆動されるようになっている。

【0020】また、図2、図5および図6に図示されるように、水冷式内燃機関1を冷却する冷却装置の放熱部たるラジエータ30は、シリンダブロック4の上方に配置され、該ラジエータ30は、左右両側の冷却水タンク31、32（図5では左右逆）と、車体前後方向に向いかつ鉛直面に沿い多数平行に配設された平板状の放熱フィン33と、前記冷却水タンク31、32の対向内壁および放熱フィン33を車巾水平方向に沿い貫通した断面円形の冷却水導管34（上下方向に3列、前後方向に2列または3列に配列されている）とよりなり、該冷却水タンク31、32の底面31a（図6に図示され、冷却水タンク32の底面は図示されていない）に冷却水出入開口35が形成され、該冷却水出入開口35には、接続スリーブ38が下方に向けて突出して嵌着されている。

【0021】また、該ラジエータ30は、冷却水タンク31、32の底部と一体のフランジ36、37を貫通して後述す

るラジエータ支持ブラケット40、41に螺着されるボルト47によって、シリンダブロック4に強固に取り付けられている。なお、冷却水タンク31の頂部にキャップ39が嵌脱自在に嵌着されている。

【0022】さらに、図3に図示されるように、シリンダブロック4には、左右両側方へラジエータ支持ブラケット40、41が突設され、該ラジエータ支持ブラケット40、41に設けられた冷却水通路42、43の内、右側の冷却水通路43は、燃焼室13の外周を囲む円筒状冷却水ジャケット44に連通され、シリンダヘッド5にも、冷却水ジャケット44の開口端に合致する冷却水ジャケット45が設けられ、これら冷却水ジャケット44、45は、シリンダブロック4、シリンダヘッド5の合せ面から奥に向い断面先細状に形成されている。左側の冷却水通路42は、その上方開口部に接続スリーブ38の下端が嵌着されており、該接続スリーブ38を介して冷却水タンク31に連なっている。

【0023】また、図3および図4に図示されるように、カムシャフト18の左端外径部18aの中心部は、端面から欠除されて凹部18bが形成され、該凹部18bの内周面に、複数個の永久磁石24が周方向に亘り等間隔に配設されている。

【0024】カムシャフト18により回転駆動される冷却水ポンプ50は、隔壁（ポンプケーシング）51と、ポンプカバー52と、該隔壁51のロータ収納部51a内にて隔壁51およびポンプカバー52に回転軸53を介して回転自在に枢支されたインペラ54とよりなり、該インペラ54の軸部54aの外周面には、隔壁51のロータ収納部51aを介してカムシャフト18の永久磁石24に相対する極数をもつ円筒状の永久磁石55が嵌着されており、これら永久磁石55、24によりマグネットカップリングが形成されて、冷却水ポンプ50のインペラ54が、カムシャフト18に磁氣的に結合され、該カムシャフト18の回転に対応して、インペラ54が回転駆動されるようになっている。

【0025】冷却水ポンプ50の隔壁（マグネットカップリングの隔壁）51は、PPS等の樹脂材料により形成され、そのロータ収納部51aの基端の大径部が、シリンダヘッドカバー6の左方の側壁に形成されたポンプ取付用孔68に嵌合されて、該シリンダヘッドカバー6の左方の側壁とポンプカバー52とにより挟み込まれて取り付けられている。

【0026】冷却水ポンプ50の吸入部56は、図6に図示されるように、連通管46を介して左方ラジエータ支持ブラケット40の冷却水通路42の下方開口42aに連通され、図3および図4に図示されるように、冷却水ポンプ50の吐出部57は、ポンプカバー52の吐出通路58（隔壁51により閉塞されて形成されている）に連通され、該吐出通路58に連通する隔壁51の連通路59と、シリンダヘッド5の冷却水ジャケット45に連通する連通路60とに、連通管61の両端が水密に嵌着されており、ラジエータ30の左方冷

却水タンク31内の冷却水は、左方ラジエータ支持ブラケット40の冷却水通路42、連通管46および吸入部56を介して冷却水ポンプ50内に吸入され、冷却水ポンプ50のインペラ54で加圧された冷却水は、吐出部57から吐出通路58、連通路59、連通管61および連通路60を介して冷却水ジャケット45、冷却水ジャケット44に吐出されるようになっている。

【0027】前記連通管61は、連通路60に露出する端面の面積の方が、連通路59の端面に当接する段部の面積より大きくされているので、これらの通路中を流れるエンジン冷却水の圧力により、図3および図4において左方に押圧されて、連通路59の端面および外周面にきつく当接もしくは嵌合して、その抜け止めがなされている。なお、本実施形態1においては、該連通管61は、連通路59側においては、後述する伝動機構室62を囲むシリンダヘッド5の外周壁に形成された孔63内に嵌入されており、これによっても、水密に支持されている。

【0028】さらに、図3および図4に図示されるように、連通管61の外周に、無端チェーン23と噛合うアイドラスプロケット（アイドルプリー）25が回転自在に嵌装され、アイドラスプロケット25よりクランクシャフト9寄りに位置して、シリンダブロック4に、ピン26を介してアイドラスプロケット27が枢着され、図6に図示されるように、クランクシャフト9の近くに、無端チェーン23を上下から挟むように、アイドラスプロケット28、29が枢着されている。

【0029】連通管61は、図6に図示されるように、無端チェーン23が収容される伝動機構室62内であって、しかも、該無端チェーン23の走行経路が囲む領域中に配置されているので、該連通管61の外周に嵌装されるアイドラスプロケット25も、同じ領域中に配置されており、この結果、アイドラスプロケット25は、無端チェーン23の走行経路の内側から、該無端チェーン23と噛合うようになっている。

【0030】本実施形態1は、前記のように構成されているので、次のような作用、効果を奏することができる。水冷式内燃機関1が運転状態となり、水冷式内燃機関1の運転に対応して回転するカムシャフト18に磁氣的に結合された冷却水ポンプ50のインペラ54が回転駆動されると、ラジエータ30で冷却された左側冷却水タンク31内の冷却水は、冷却水出入開口35から接続スリーブ38と、ラジエータ支持ブラケット40の冷却水通路42と、連通管46とを介して冷却水ポンプ50の吸入部56に吸入され、冷却水ポンプ50のインペラ54で加圧された後、冷却水ポンプ50の吐出部57から吐出通路58、連通路59、連通管61および連通路60を介して冷却水ジャケット45、44に吐出され、該冷却水ジャケット45、44内の冷却水は、右側のラジエータ支持ブラケット41の冷却水通路43から右側の冷却水タンク32内に送られ、冷却水導管34を通過して左側冷却水タンク31内に戻り、冷却水は冷却水系内を

循環する。

【0031】そして、図示されない小型自動二輪車が走行すると、前方から後方に向う走行風が、ラジエータ30の放熱フィン33間を通過し、冷却水導管34内を流れる加熱された冷却水でもって加熱された放熱フィン33は、この走行風によって放熱され、この放熱フィン33の放熱によって、冷却水導管34内の冷却水は冷却される。

【0032】冷却水ポンプ50は、カムシャフト18により回転駆動されるので、冷却水ポンプ50を回転駆動するための専用の軸が不要である。また、冷却水ポンプ50は、シリンダヘッドカバー6に取り付けられるので、これとの間で使用されるシール部材やボルト等通常の密封具、連結具のほかに、特に取付用部品は必要でない。これらの結果、冷却水ポンプ50の取付けと駆動のための部品点数と加工工数が大幅に削減される。

【0033】また、冷却水ポンプ50の回転軸53とカムシャフト18との連結部（マグネットカップリング部）は、これら冷却水ポンプ50やカムシャフト18をクランクシャフト9に連動連結する無端チェーン23が収容される室（伝動機構室）62内に配置されているので、スペースを有効に利用してこれを配置することができる。

【0034】さらに、冷却水ポンプ50は、マグネットカップリング式冷却水ポンプとされるので、回転軸53のメカニカルシールが不要になり、高い水準の水密性が得られる。また、これにより、回転軸53が短縮され、構造が単純化されるので、水冷式内燃機関1の冷却装置の小型軽量化とコストダウンが可能になる。その他、マグネットカップリング式ポンプを使用することにより奏される効果を奏することができる。

【0035】また、隔壁51は、樹脂材料により形成されているので、水冷式内燃機関1の冷却装置の軽量化とコストダウンがさらに可能になるとともに、該隔壁51は、シリンダヘッドカバー6とポンプカバー52とにより挟み込まれて取り付けられているので、その変形を防止して、形状保持を図ることができる。

【0036】さらに、シリンダヘッドカバー6のシリンダヘッド5への取付面（シリンダヘッドカバーの割面）65が、カムシャフト18の取付け位置より低くなって、カムシャフト18の軸線が、シリンダヘッドカバー6の側壁を貫通するように、これらシリンダヘッドカバー6およびシリンダヘッド5の鋳造加工の寸法を変更することにより、比較的簡単に、シリンダヘッドカバー6の側壁に、冷却水ポンプ50の取付面69を形成することができる。

【0037】次に、図7に図示される本願の請求項1、請求項2および請求項5記載の発明の他の実施形態（実施形態2）について説明する。本実施形態2においては、実施形態1におけるマグネットカップリング式冷却水ポンプ50に代えて、通常の型式の冷却水ポンプ70が使用されている。

【0038】このため、冷却水ポンプ70のポンプケーシング71のベアリング74を収容する筒部分の基端大径部が、ポンプ取付用孔68に嵌合されて、該ポンプケーシング71は、シリンダヘッドカバー6の左方の側壁とポンプカバー72とにより挟み込まれて取り付けられている。なお、このポンプケーシング71は、金属製とされている。

【0039】そして、ポンプ回転軸73は、前記ベアリング74による軸受部を貫通した部分に、ドリブンスプロケット21が一体に形成され、さらに、該ドリブンスプロケット21に、カムシャフト18の端部が一体に連結されている。以上の点が実施形態1と異なっているが、その他の点においては、実施形態1と異なるところはないので、詳細な説明を省略する。

【0040】本実施形態2は、前記のように構成されているので、入手が容易な通常の型式の冷却水ポンプ70を用いて、水冷式内燃機関1の冷却装置を容易に製造することができる。その他、マグネットカップリング式冷却水ポンプ50を用いることによる効果の点を除いて、実施形態1が奏する効果と同様の効果を奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願の請求項1ないし請求項5記載の発明の一実施形態（実施形態1）における水冷式内燃機関の冷却装置が適用された水冷式内燃機関の概略斜視図である。

【図2】図1の右側面図である。

【図3】図2のIII-III線に沿って裁断した横断平面図である。

【図4】図3の部分拡大図である。

【図5】図2のV矢視図であって、一部を欠載した正面図である。

【図6】図1の一部欠載左側面図である。

【図7】本願の請求項1、請求項2および請求項5記載の発明の他の実施形態（実施形態2）における水冷式内燃機関の冷却装置の横断平面図であって、図4における同様の図である。

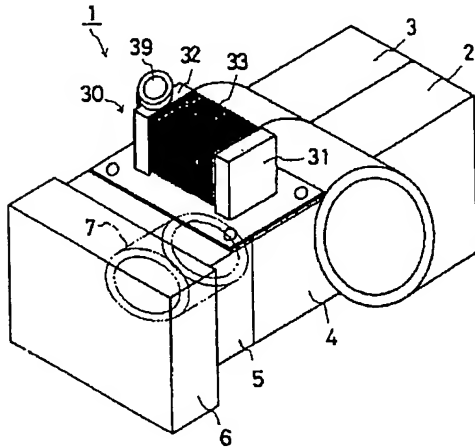
【符号の説明】

1…水冷式内燃機関、2、3…クランクケース、4…シリンダブロック、5…シリンダヘッド、6…シリンダヘッドカバー、7…シリンダ孔、8…ピストン、9…クランクシャフト、10…ピストンピン、11…クランクピン、12…コネクティングロッド、13…燃焼室、14…吸気ポート、14a…吸気通路、15…排気ポート、16…吸気弁、17…排気弁、18…カムシャフト（カム軸）、18a…拡張部、18b…凹部、19…ベアリング、20…カムシャフトホルダー、21…ドリブンスプロケット、22…ドライブスプロケット、23…無端チェーン（伝動機構）、24…永久磁石、25…アイドルスプロケット（アイドルプーリー）、26…ピン、27、28、29…アイドルスプロケット、30…ラジエータ、31、32…冷却水タンク、33…放熱フィン、34…冷却水導管、35…冷却水出入開口、36、37…フランジ、

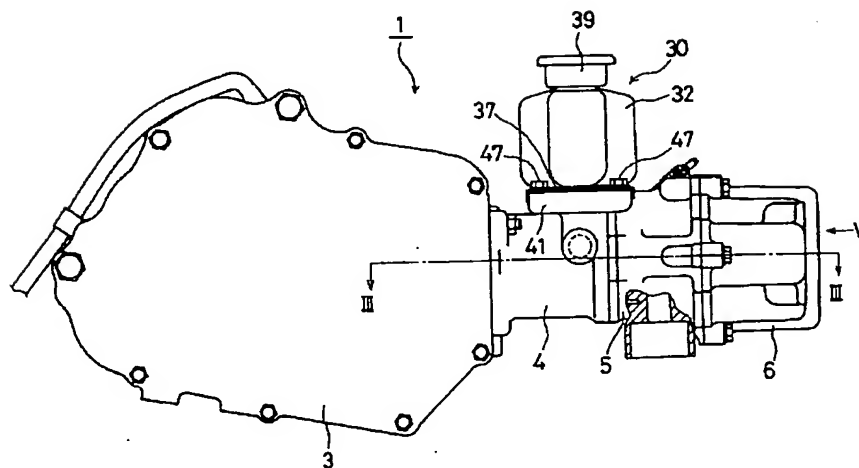
38…接続スリーブ、39…キャップ、40、41…ラジエータ支持ブラケット、42、43…冷却水通路、44、45…冷却水ジャケット、46…連通管、47…ボルト、50…マグネットカップリング式冷却水ポンプ、51…隔壁（ポンプケーシング）、52…ポンプカバー、53…回転軸、54…インペラ、55…永久磁石、56…吸入部、57…吐出部、58…吐出

通路、59、60…連通路、61…連通管、62…伝動機構室、63…孔、64…連通管相当部分、65…取付面（シリンダヘッドカバー割面）、66…取付面（割面）、67…ボルト、68…ポンプ取付用孔、69…シリンダヘッドカバー側壁外面、70…冷却水ポンプ、71…ポンプケーシング、72…ポンプカバー、73…ポンプ回転軸、74…ベアリング。

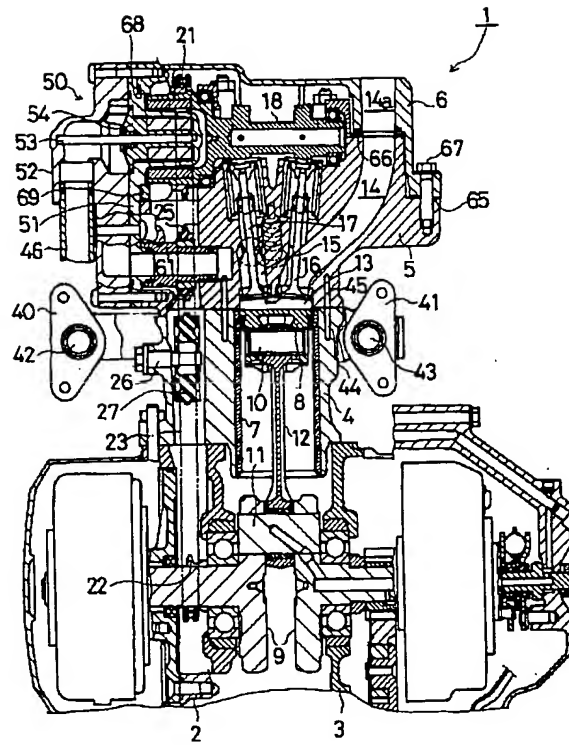
【図1】



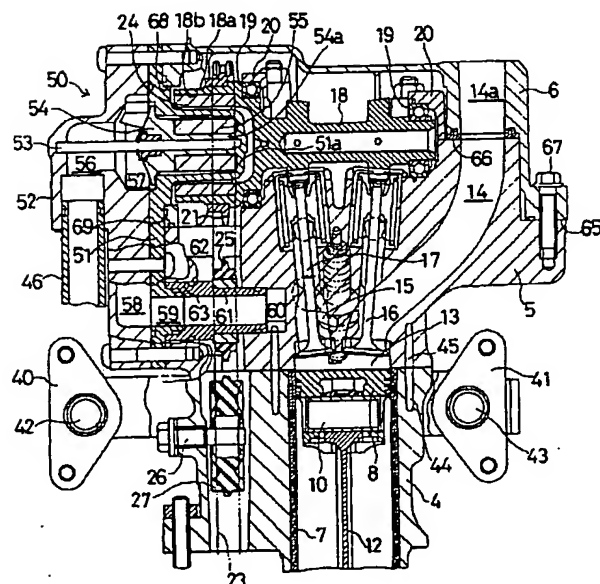
【図2】



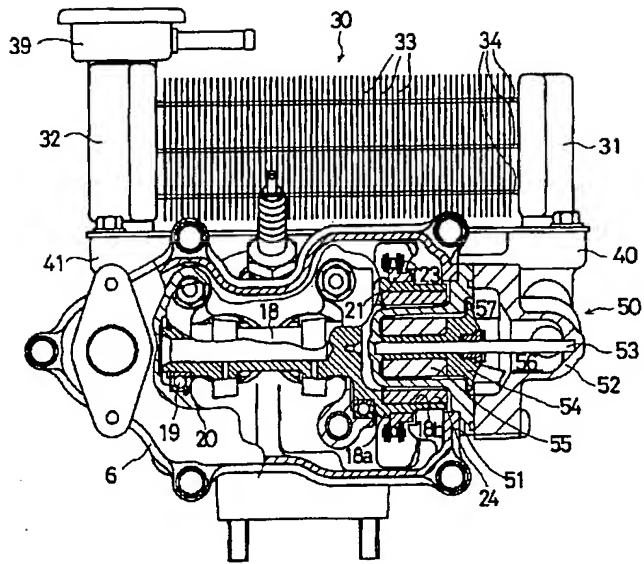
【図3】



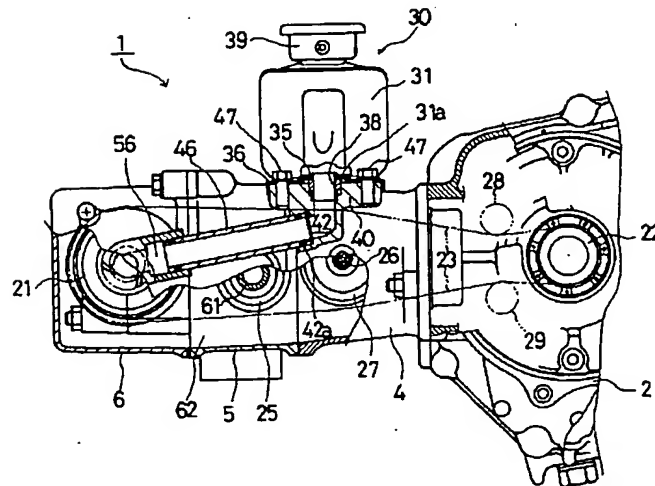
【図4】



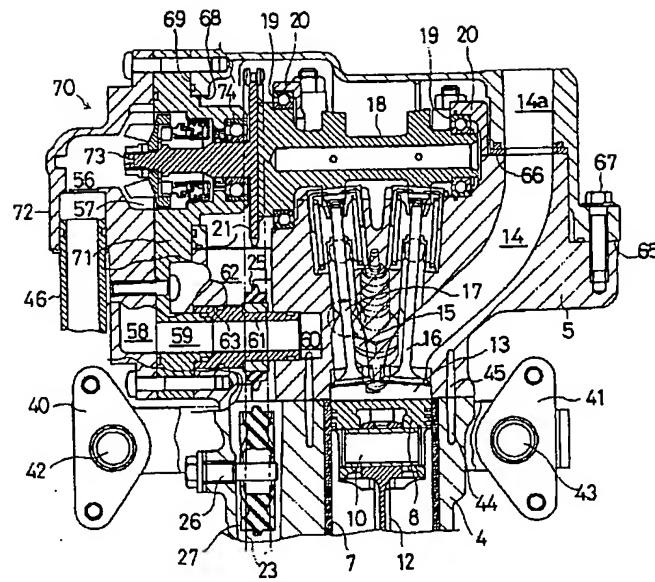
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.